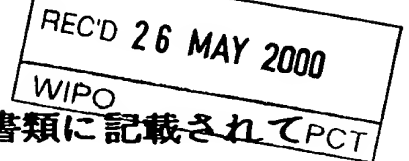


31.03.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/2105



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されてPCT
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月23日

出願番号

Application Number:

特願2000-082929

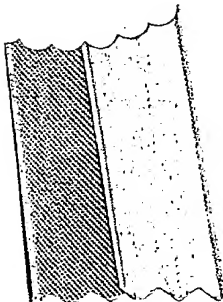
出願人

Applicant(s):

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

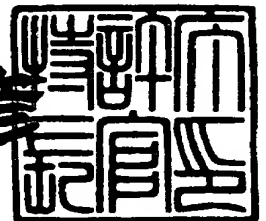
PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 5月12日



特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3032728

【書類名】 特許願

【整理番号】 DCMH110440

【提出日】 平成12年 3月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明の名称】 チャネル推定装置およびフェージング周波数判定装置

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 エヌ・ティ・

 ティ移動通信網株式会社内

 【氏名】 奥村 幸彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 エヌ・ティ・

 ティ移動通信網株式会社内

 【氏名】 安藤 英浩

【特許出願人】

 【識別番号】 392026693

 【氏名又は名称】 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077481

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088915

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 阿部 和夫

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106998

 【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 傳一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第340638号

【出願日】 平成11年11月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013424

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 チャネル推定装置およびフェージング周波数判定装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャネル推定装置であって、

データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定手段を備えたことを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項2】 フェージング周波数判定装置であって、

データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項3】 データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定装置であって、

前記チャネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定手段を備えたことを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項4】 フェージング周波数判定装置であって、

データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項5】 データチャネルに並列多重されたパイロットチャネルのパイロットシンボルを用いて前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定装置であって、

前記データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロ

ットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定手段を備えたことを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項6】 フェージング周波数判定装置であって、

データチャンネルに並列多重されたパイロットチャンネルのパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はチャンネル推定装置および該装置を備えた復調装置、チャンネル推定方法、ならびにフェージング周波数判定装置および方法に関し、例えば、高速フェージング環境における音声・データ伝送を行う移動通信方式に適用できるチャンネル推定装置、復調装置等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の移動に伴うレイリーフェージングに起因する振幅変動・位相変動が生じる。そして、情報を搬送波位相で伝送する位相変調方式では、差動符号化して前後のシンボルの相対位相に情報を載せて、受信側では遅延検波を行うことにより情報データを識別、判定する方法が一般的であった。しかし、この遅延検波では上述のように送信データを差動符号化するため、無線区間での1ビット誤りが情報データの2ビット誤りになる。このことから、同期検波に比較して例えば2相位相変調方式（BPSK変調）では、同じ信号電力対干渉・雑音電力比（SNIR）について受信誤り率が3dB劣化する。

【0003】

また、受信信号の位相を各シンボル毎に絶対位相で識別判定する絶対同期検波は高効率な受信特性を有するが、レイリーフェージング環境下において受信絶対位相を判定することは困難である。

【0004】

この問題を解決するために、データシンボル間にパイロットシンボルを挿入し、このパイロットシンボルを用いてデータシンボルのチャネル推定を行う方法が提案されている。パイロットシンボルの挿入方式としては、例えば、データシンボルおよびパイロットシンボルを1つのチャネルに時間多重する方式（時間多重方式）がある（図16）。以下の文献1～3では、この時間多重方式を用いたチャネル推定方法が提案されている。

【0005】

文献1（電子情報通信学会論文誌V o 1 . J 7 2 - B - 1 1 , N o . 1 , p p . 7 - 1 5 , 1 9 8 9 年1月, 三瓶「陸上移動通信用16QAMのフェージング歪み補償」）では、上記の問題に対してデータシンボル（情報シンボル）間に一定周期で挿入された位相既知のパイロットシンボルを用いてフェージング歪みを推定し、補償する方法が提案されている。この方法においては、通信チャネルにデータシンボル数シンボル毎に送信位相既知のパイロットシンボルを1シンボル挿入し、このパイロットシンボルの受信位相を基に伝送路推定を行う。該当するデータシンボル区間の前後のパイロットシンボルでの各通信者の各パスの受信信号の振幅・位相測定を行い、この測定値を内挿することにより、データシンボル区間の伝送路変動を推定し、補償する。

【0006】

文献2（電子情報通信学会技術報告R C S 9 7 - 7 4 , 安藤ら「D S - C D M Aにおけるパイロットシンボルのマルチスロット重み付き平均化チャネル推定法を用いるR A K E受信」）では、より多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより、より高精度なチャネル推定を行う方法が提案されている。データシンボルのチャネル推定は、データシンボル間に一定周期で挿入されたパイロットシンボルを用いて行う。具体的には、チャネル推定を行うデータシンボルの属するスロットの前後複数のスロットにおいて、パイロットシンボル（複素フェージング包絡線推定値: estimated complex fading envelope) の平均をとり（同相加算して）、その平均値を重み付け係数で重み付け平均化してチャネル推定値を取得することにより行う。これにより、熱雑音や自局マルチパス干渉

および他局干渉に対してチャネル推定精度を向上させる。

【0007】

文献3（電子情報通信学会技術報告RCS98-20，安部田ら「DS-SSMA適応複数シンボル重み付け平均化パイロットチャネル伝送路推定方式の特性」）では、重み付け係数を適応的に制御することによって熱雑音の軽減効果とフェージング変動に対する追従性を両立させる方式が提案されている。この方式においてはチャネル推定に重み付け平均化を用い、その重み係数を適応信号によって逐次的に変化させ、最適な重み付け係数を求めている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

パイロットシンボルの挿入方式としては、時間多重方式の他に、データチャネルに並列多重された制御チャネルにパイロットシンボルを時間多重する並列時間多重方式（図1）や並列方式（図22）がある。

【0009】

並列時間多重方式においても、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことが望まれる。

【0010】

また、上記文献1～3の方式では、各スロット内のチャネル変動は小さいものとして、1スロット内のすべてのデータシンボルに対して、同じパイロットシンボルを用いて同じチャネル推定値を取得している。そのため、高速フェージング時に特性の劣化が生ずるという問題がある。

【0011】

さらに、文献2の方式では重み付け係数は固定的に与えられており、熱雑音の影響を軽減するため当該スロットから時間的に離れた位置にあるスロットの重み付け係数を大きくすると、フェージング変動に対する追従性が劣化し、結果としてチャネル推定精度が劣化するという問題があった。また、文献3の方式では文献2の問題は解決されるものの、適応信号処理を用いることにより復調装置の構成が複雑になるという問題がある。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明の目的は、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことである。

【 0 0 1 3 】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことである。

【 0 0 1 4 】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することである。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャンネル推定を実現することである。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために、本発明に係るチャンネル推定装置は、

データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定手段を備える。

【 0 0 1 6 】

ここで、前記チャンネル推定手段は、前記制御チャネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【 0 0 1 7 】

ここで、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記制御チャネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められているものとすることができる。

【 0 0 1 8 】

ここで、前記チャンネル推定手段は、前記データチャンネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【0019】

ここで、前記チャンネル推定手段は、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および $i + 1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【0020】

ここで、上記チャンネル推定装置は、

前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、

前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段と

をさらに備えることができる。

【0021】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 2 2 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 2 3 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 2 4 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判

定するものとすることができる。

【 0 0 2 5 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 2 6 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 2 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段

と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と
を有するものとすることができる。

【 0 0 2 8 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 2 9 】

ここで、前記データチャネルの伝送レートと、前記制御チャネルの伝送レートとが異なるものとすることができる。

【 0 0 3 0 】

本発明に係る復調装置は、
上記チャネル推定装置と、
該チャネル推定装置により取得したチャネル推定値を用いて前記データシンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段と
を備える。

【 0 0 3 1 】

本発明に係るフェージング周波数判定装置は、
データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備える。

【 0 0 3 2 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、
前記制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、
前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と
を有するものとすることができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 3 4 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 3 5 】

ここで、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各

々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 3 6 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、
前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と
を有するものとすることができる。

【 0 0 3 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 3 8 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパ

スの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【0039】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【0040】

本発明に係る別のチャンネル推定装置は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定装置であって、

前記チャンネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定手段を備える。

【0041】

ここで、前記チャンネル推定手段は、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および $i+1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【0042】

ここで、前記チャンネル推定手段は、前記チャンネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【 0 0 4 3 】

ここで、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記チャンネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められているものとすることができる。

【 0 0 4 4 】

ここで、上記チャンネル推定装置は、
前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、
前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段と
をさらに備えることができる。

【 0 0 4 5 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、
前記チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、
前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、
前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、
前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と
を有するものとすることができる。

【 0 0 4 6 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記チャンネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、

前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 4 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 4 8 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 4 9 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 5 0 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 5 1 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

R A K E 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と

、
前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 5 2 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 5 3 】

本発明に係る別の復調装置は、

上記チャネル推定装置と、

該チャネル推定装置により取得したチャネル推定値を用いて前記データシンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段とを備える。

【 0 0 5 4 】

本発明に係る別のフェージング周波数判定装置は、

データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備える。

【 0 0 5 5 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 5 6 】

ここで、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々に

おけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするものとすることができる。

【 0 0 5 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 5 8 】

ここで、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 5 9 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【0060】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【0061】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【0062】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 6 3 】

本発明に係る別のチャンネル推定装置は、データチャンネルに並列多重されたパイロットチャンネルのパイロットシンボルを用いて前記データチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定装置であって、

前記データチャンネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定手段を備える。

【 0 0 6 4 】

ここで、前記チャンネル推定手段は、前記パイロットチャンネルの複数の区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャンネル推定値を計算するものとすることができる。

【 0 0 6 5 】

ここで、上記チャンネル推定装置は、

前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、

前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段とをさらに備えることができる。

【 0 0 6 6 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記パイロットチャンネルの 2 つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積

値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャンネルの複数区間にわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 6 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記パイロットチャンネルのより遠い間隔の2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 6 8 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記パイロットチャンネルの2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記パイロットチャンネルの複数区間にわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 6 9 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段によ

り平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記パイロットチャンネルのより遠い間隔の2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数区間にわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 7 0 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記パイロットチャンネルの2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数区間にわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 7 1 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された2つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 7 2 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

R A K E 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記パイロットチャンネルの2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて2つ以上計算する

内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数区間にわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 7 3 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 7 4 】

ここで、前記データチャネルの伝送レートと、前記パイロットチャネルの伝送レートとが異なるものとすることができる。

【 0 0 7 5 】

本発明に係る別の復調装置は、

上記チャネル推定装置と、

該チャネル推定装置により取得したチャネル推定値を用いて前記データシンボルのチャネル変動を補償するチャネル変動補償手段とを備える。

【 0 0 7 6 】

本発明に係る別のフェージング周波数判定装置は、

データチャネルに並列多重されたパイロットチャネルのパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備える。

【 0 0 7 7 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記パイロットチャネルの2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャネルの複数区間にわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 7 8 】

ここで、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記パイロットチャネルのより遠い間隔の2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 7 9 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記パイロットチャネルの2つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記パイロットチャネルの複数区間にわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 8 0 】

ここで、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記パイロットチャネルのより遠い間隔の 2 つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数区間にわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 8 1 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

前記パイロットチャネルの 2 つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて 2 つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャネルの複数区間にわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 8 2 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 8 3 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記パイロットチャネルの 2 つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を、内積測定間隔を変えて 2 つ以上計算する内積値計算手段と、

各内積測定間隔について、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

各内積測定間隔について、前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数区間にわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された各内積測定間隔についての内積値を用いてフェージング周波数を判定する判定実行手段と

を有するものとすることができる。

【 0 0 8 4 】

ここで、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された 2 つの内積測定間隔についての内積値の差分を計算する差分計算手段をさらに備え、前記判定実行手段は、前記差分計算手段により計算された差分をも用いてフェージング周波数を判定するものとすることができる。

【 0 0 8 5 】

本発明に係るチャネル推定方法は、

データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算する。

【 0 0 8 6 】

本発明に係るフェージング周波数判定方法は、

データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定する。

【 0 0 8 7 】

本発明に係る別のチャネル推定方法は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定方法であって、

前記チャネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分

割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の取得に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算する。

【0088】

本発明に係る別のフェージング周波数判定方法は、

データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定する。

【0089】

本発明に係る別のチャネル推定方法は、データチャネルに並列多重されたパイロットチャネルのパイロットシンボルを用いて前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定方法であって、

前記データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算する。

【0090】

本発明に係る別のフェージング周波数判定方法は、

データチャネルに並列多重されたパイロットチャネルのパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定する。

【0091】

以上の構成によれば、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことができる。

【0092】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことができる。

【0093】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することができる。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャネル推定を実現することができる。

【0094】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳しく説明する。

【0095】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャネルおよびデータチャネルに並列多重された制御チャネルの信号を受信し、復調する。制御チャネルには、送信パターン既知の（例えば、1次変調が位相変調の場合には位相既知の）パイロットシンボルが時間多重されている（並列時間多重方式）。このパイロットシンボル部分での受信信号（位相、振幅）を参照信号として、データチャネルのデータシンボルのチャネル変動を推定する。

【0096】

図2は、本実施形態に係る復調装置によるチャネル推定の方法を説明するための図である。チャネル推定は、パイロットシンボルを用いて行う。具体的には、複数のスロットにおいて、パイロットシンボル（複素フェージング包絡線推定値） ξ の平均をとり（同相加算して）、その平均値 ξ' を重み付け係数（重み付け平均化に用いる係数） α_0 、 α_1 等で重み付け平均化してチャネル推定値 ξ'' を計算することにより行う。

【0097】

図2の例では、 n 番目のスロットのデータシンボルのチャネル推定値 ξ'' （ n ）を、 $n-2$ 番目のパイロットブロック（ $n-2$ 番目のスロットのパイロットシンボルの集合）のパイロットシンボルの平均から求められるチャネル推定値 ξ' （ $n-2$ ）から $n+3$ 番目のパイロットブロックのチャネル推定値 ξ' （ $n+3$ ）を用いて以下のように計算している。

【0098】

【数1】

$$\xi''(n) = \sum_{i=-2}^3 \alpha_i \cdot \xi'(n+i) \quad (1)$$

【0099】

異なるスロットに属する多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより高精度なチャネル推定を行うことができる。実際の移動伝搬環境においては、熱雑音（送信電力をできるだけ低減させるために、特にセル端では雑音の影響が大きい）、および他ユーザからの相互相関に起因する干渉信号が、自チャネルの希望波信号に加わり、さらに、フェージングによって受信信号の位相や振幅が時々刻々と変化するためにチャネル推定精度は劣化するからである。スロット単位で送信電力制御を行っている場合には、スロットが異なるパイロットシンボル間では電力が異なるが、この差に起因するチャネル推定誤差よりも、より多くのスロットのパイロットシンボルを用いることによる熱雑音、干渉信号の影響の低減効果の方が大きい。

【0100】

図3は、本実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャネル用マッチトフィルタ102、遅延部104、制御チャネル用マッチトフィルタ106、チャネル推定部120、乗算部108、およびRAKE（レイク）合成部110を備える。本実施形態に係る復調装置は、CDMA(Code Division Multiple Access)方式に準拠しているが、本発明を他の方式（例えば、TDMA(Time Division Multiple Access)方式、FDMA(Frequency Division Multiple Access)方式）に準拠した復調装置に適用することも可能である。

【0101】

図4は、本実施形態に係るチャネル推定部の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係るチャネル推定部120は、スロット同期検出部122、パイロットシンボル平均化部124、遅延部126、128、130等、乗算部132、134、136等、重み付け係数制御部138、加算部140、およびフェー

ジング周波数判定部 1 5 0 を備える。チャンネル推定部 1 2 0 は、ハードウェアとして実現することもできるし、DSP (Digital Signal Processor) 等によりソフトウェアとして実現することもできる。

【 0 1 0 2 】

図 5 は、本実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係るフェージング周波数判定部 1 5 0 は、正規化部 1 5 2、内積値計算部 1 5 4、第 1 平均化部 1 5 6、第 2 平均化部 1 5 8、および判定部 1 6 0 を備える。

【 0 1 0 3 】

以下、図 3 ～図 5 を参照して本実施形態に係る復調装置の動作を説明する。データチャンネル用マッチトフィルタ 1 0 2 では、データチャンネルの受信拡散信号を各ユーザの各マルチパスの受信タイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。制御チャンネル用マッチトフィルタ 1 0 6 では、制御チャンネルの受信拡散信号を各ユーザの各マルチパスの受信タイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。チャンネル推定部 1 2 0 のスロット（パイロットブロック）同期検出部 1 2 2 では、制御チャンネルにおけるパイロットシンボル位置の検出を行う。パイロットシンボル平均化部 1 2 4 では、このタイミング情報から、各パイロットブロック内のパイロットシンボルでの受信チャンネルを平均化して各パイロットブロック毎のチャンネルを推定する。

【 0 1 0 4 】

この各パイロットブロックでの推定チャンネル情報を遅延部 1 2 6、1 2 8、1 3 0 等に入力してタイミングをそろえ、重み係数制御部 1 3 8 が発生する重み係数を用いて、乗算部 1 3 2、1 3 4、1 3 6 等、および加算部 1 4 0 により重み付け平均化（重み付け加算）してチャンネル推定値を計算する。

【 0 1 0 5 】

n 番目のスロットのデータシンボルのチャンネル推定値は、例えば図 2 に示すように、 $n - K + 1$ 番目（ K ：自然数）のパイロットブロックから $n + K$ 番目のパイロットブロック（図 2 の例では $K = 3$ ）を用いて計算することができる。また例えば、遅延を考慮して、 $n - K + 1$ 番目のパイロットブロックから n 番目のパ

パイロットブロックを用いて計算することもできる。

【0106】

図6は、チャネル推定値の計算例を示す図である。図6の例では、 n 番目のスロットのデータシンボルのチャネル推定値を、 $n-1$ 番目のパイロットブロックから $n+1$ 番目のパイロットブロックを用いて計算している。ここで、重み付け係数の比率を例えば、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.4 : 1.0 : 0.4$ とすることができる。重み付け係数の値は、チャネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近い（時間的に近い）パイロットブロックほど大きくすることが好ましい。伝搬路は時々刻々と変動しており、そのようなパイロットブロックほど、 n 番目のデータシンボルを送信した際の伝搬路の状態を反映しているからである。図6のフレーム構成においては、スロット内でのパイロットブロック（パイロットシンボル）の位置が時間的に前の方（図6を見てわかるように左に偏っている）にあるため、重み付け係数の比率を例えば、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.2 : 1.0 : 0.6$ とした方がよりよいチャネル推定値が得られるものと考えられる。このように、重み付け係数を、スロットにおけるパイロットシンボルの位置に応じて定めることにより、高精度なチャネル推定値が得られる。

【0107】

図2および図6においては、スロット内のすべてのパイロットシンボルを用いてチャネル推定値を計算しているが、スロット内のすべてのパイロットシンボルを用いずにチャネル推定値を計算するようにしてもよい。また、図2および図6においては、パイロットブロック内のパイロットシンボルの平均値を計算してから重み付け平均化を行っているが、パイロットシンボル毎に重み付け係数を設けて重み付け平均化を行ってもよい。また、パイロットブロック内のパイロットシンボルが1つの場合には平均値を計算する必要はない。

【0108】

図2および図6において、チャネル推定値は、1スロット内のデータシンボルのすべてに共通であったが、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データ

シンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することもできる。

【0109】

図7は、1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図7の例では、データシンボル区間(1)、(2)および(3)については $n-1$ 番目のパイロットブロックから $n+1$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算し、データシンボル区間(4)、(5)および(6)については n 番目のパイロットブロックから $n+2$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算している。データシンボル区間(1)、(2)および(3)についてのチャネル推定値の計算は、それぞれ同じ重み付け係数を用いて行うこともできるし、異なる重み付け係数を用いて行うこともできる。データシンボル区間(4)、(5)および(6)についても同様である。

【0110】

また、図7の例では、 $n-1$ 番目のスロットの最後のデータシンボル区間(1)のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および n 番目のスロットの最初のデータシンボル区間(2)のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【0111】

図8～図10も、1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図8～図10の例では、制御チャネルのスロットの前2シンボルおよび後2シンボルがパイロットシンボルになっている。また、チャネル推定においては、一定シンボル数のパイロットシンボルに対する平均値をシンボル位置を逐次移動させながら計算する。図8～図10の例では、パイロットブロックごとのパイロットシンボルの平均値は求めずに、パイロットシンボルを直接重み付け平均化している。

【0112】

図8の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは4つであり、1

スロット内のデータシンボルを3つの区間に分割している。図9の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは4つであり、1スロット内のデータシンボルを5つの区間に分割している。図10の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは8つであり、1スロット内のデータシンボルを3つの区間に分割している。

【0113】

図8～図10の例では、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および $i+1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【0114】

本実施形態において、重み付け平均化に用いる重み付け係数は、フェージング周波数に応じて変化させている。フェージング周波数判定部150はパイロットシンボルの平均値に基づきフェージング周波数を判定し、重み付け係数制御部138はその判定結果に基づき発生する重み付け係数を変化させる。

【0115】

フェージング周波数判定部150は、制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化した上で内積値を計算する。

【0116】

図11は、フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。図11(a)に示すように、フェージング変動が遅ければ(フェージング周波数が小さければ)、スロット毎のチャネル推定値の相関が大きいため、内積値は大きくなる。一方、フェージング変動が速ければ(フェージング周波数が大きければ)、スロット毎のチャネル推定値の相関が小さいため、内積値は小さくなる。

【0117】

図12は、フェージング周波数 (f_{DTSlot}) をパラメータとして測定時間(横軸)に対する測定値(縦軸)を、計算機シミュレーションで求めた結果を示す図である。図12の例では、フェージング周波数が0.3以上の高速フェー

ジングであるか否かを判定するためには、測定値に対するしきい値を例えば 0.3 に設定し、この値を下回る場合に 0.3 以上のフェージング周波数であると判定することができる。

【0 1 1 8】

フェージング周波数判定部 1 5 0 の正規化部 1 5 2 は、制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値、すなわち 2 つのパイロットブロックについて、そのパイロットブロック内のパイロットシンボルの平均値を正規化する。内積値計算部 1 5 4 は、正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する。

【0 1 1 9】

本実施形態に係る復調装置は RAKE 合成を行う復調装置であり、RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、上記の正規化および内積値計算を行う。マルチパスの各々の内積値は、第 1 平均化部 1 5 6 により平均化される。複数のパスにわたり平均化を行わない場合には、第 1 平均化部 1 5 6 は不要である。

【0 1 2 0】

第 1 平均化部 1 5 6 により計算された平均値は、さらに第 2 平均化部 1 5 8 により複数スロットにわたり平均化される（例えば、図 1 1 (a) において内積値 (1)、(2) および (3) が平均化される）。これにより熱雑音の影響が軽減される。複数のスロットにわたり平均化を行わない場合には、第 2 平均化部 1 5 8 は不要である。

【0 1 2 1】

閾値判定部 1 6 0 では、第 2 平均化部 1 5 8 により計算された平均値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する。具体的には、あらかじめ設定された閾値により複数段階に閾値判定を行うことにより、フェージング周波数が複数の領域のいずれにあたるかを判定する。本実施形態においては、フェージング周波数の判定を閾値により行っているが、例えば計算式により行うようにしてもよい。

【0 1 2 2】

本実施形態では、2つのパイロットブロックの各々のパイロットシンボルの平均値の内積をとってフェージング周波数の判定を行っているが、内積をとる2つのパイロットブロックは、例えば、隣接するスロットのパイロットブロック（例えば、図11（a）のパイロットブロック（1）と（2））でもよいし、1つおきのスロットのパイロットブロック（例えば、図11（a）のパイロットブロック（1）と（3））でもよい。また、パイロットブロックを用いずに、あるパイロットシンボルと他のパイロットシンボルとの内積をとって、フェージング周波数を判定してもよい。

【0123】

また、パイロットシンボル（の平均値）の内積値（の平均値）（例えば、図5の第2平均化部158の出力）がある一定の値よりも大きい場合には、制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、上記正規化、上記内積値計算、上記マルチパスの各々の内積値の平均化、および上記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するようにすることができる。

【0124】

図12のフェージング周波数をパラメータとした内積値のグラフから分かるように、より高いフェージング周波数においては周波数の違いによる内積値の違いが相対的に大きい（分解能が高い）ため容易にフェージング周波数をしきい値判定することが可能であるのに対して、より低いフェージング周波数においては内積値の違いが相対的に小さい（分解能が低い）ためフェージング周波数判定が困難となる傾向にある。

【0125】

ここで、内積値の算出に用いるパイロットシンボルが含まれるスロットの間隔（内積測定間隔）をより遠くすることで、より低いフェージング周波数における分解能を高めることができる。そこで、最初分解能の低い（すなわち間隔の短いスロットのパイロットシンボルを用いた）内積値を求めて、ある一定の値よりも大きい内積値（すなわちある一定のフェージング周波数よりも低い周波数）であ

った場合に、さらに、分解能の高い（すなわち間隔の長いスロットのパイロットシンボルを用いた）内積値をフェージング周波数の判定値に用いることで、高いフェージング周波数から低いフェージング周波数のより幅の広い周波数レンジに対する精度の高い判定を行うことが可能である。

【0126】

例えば、隣接するスロット（内積測定間隔＝1スロット間隔）のパイロットシンボル（の平均値）の内積値（の平均値）（例えば、図5の第2平均化部158の出力）が、ある一定の周波数以下のフェージング周波数に対応する値であった場合、さらに1スロット離れた2スロット間隔のパイロットシンボルの内積値をしきい値判定することで、より高い分解能でフェージング周波数を判定することが可能である。

【0127】

また、2スロット間隔の内積値が、より低いある一定の周波数以下のフェージング周波数に対応する値であった場合に、さらに1スロット離れた3スロット間隔のパイロットシンボルの内積値を用いてフェージング周波数判定するというように、内積測定間隔を次第に広げて行って分解能を高めて行くことが可能である（内積測定間隔を狭い間隔から広い間隔に変えて行く理由は、与えられた内積測定間隔に対して判定可能な周波数が、間隔を広げるに連れて低くなるためである）。

【0128】

なお、異なる内積測定間隔による内積値の算出は、並列して行うことが可能であり、並列して算出することで、上記のような段階的な判定を行う場合であっても短時間で判定結果を得ることができる。

【0129】

内積測定間隔を変えて内積値を2つ以上計算し、それらの内積値を用いてフェージング周波数を判定することもできる。

【0130】

図13は、本実施形態に係るフェージング周波数判定部150の別の構成例を示すブロック図である。図13に示すフェージング周波数判定部は、正規化部1

62、遅延部163-1、163-2、内積値計算部164-1、164-2、第1平均化部166-1、166-2、第2平均化部168-1、168-2、差分演算部169、および判定部170を備える。

【0131】

図13の構成例において、内積値計算部164-1は内積測定間隔を1スロット長として内積値を計算しており、内積値計算部164-2は同2スロット長として（1スロット飛ばして）内積値を計算している。

【0132】

各内積測定間隔での内積値について、第1平均化部166-1、166-2で複数のパスにわたり平均化し、第2平均化部168-1、168-2で複数のスロットにわたり平均化した後、差分計算部169は、2つの内積測定間隔についての内積値の差分（1スロット間隔での内積値と2スロット間隔での内積値との差分）を計算する。そして、判定部170は、1スロット間隔での内積値、2スロット間隔での内積値、およびこれらの差分を用いてフェージング周波数を判定する。

【0133】

なお、図13の例では、複数のパスにわたり平均化し、かつ、複数のスロットにわたり平均化しているが、その一方または双方を行わないようにすることもできる。

【0134】

図14は、フェージング周波数の判定例を説明するための図である。図14の例では、点 P_1 （2スロット間隔での内積値と差分（絶対値）とが最初に一致する点）、点 P_2 （1スロット間隔での内積値と差分とが最初に一致する点）、および点 P_3 （1スロット間隔での内積値と2スロット間隔での内積値とが最初に一致する点）を用いてフェージング周波数を判定している。すなわち、点 P_1 におけるフェージング周波数未満か、点 P_1 におけるフェージング周波数以上で点 P_2 におけるフェージング周波数未満か、点 P_2 におけるフェージング周波数以上で点 P_3 におけるフェージング周波数未満か、点 P_3 におけるフェージング周波数以上かの4通りに、フェージング周波数を判定している。

【0135】

このように判定するようにすれば閾値を設定しなくてもよい。また、内積測定間隔を変えずに内積値を1つ計算する場合よりも、より詳細な判定が可能となる。内積測定間隔を変えてさらに多くの内積値を計算すれば、さらに詳細な判定が可能となる。

【0136】

なお、差分を計算せずに、複数の内積値のみを用いてフェージング周波数を判定するようにすることもできる。その場合、図14の例では点 P_3 のみを用いて判定することになる。

【0137】

このように判定されたフェージング周波数に基づき、重み付け係数制御部138では、重み付け係数を変化させる。図6の例で考えると、フェージング周波数が大きい場合には、フェージング周波数が小さい場合に比べて、チャネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近い（時間的に近い）パイロットブロックの重み付け係数をより大きくする。フェージング周波数が大きい場合には、チャネル推定値を計算しようとするデータシンボルのチャネル変動と、そのデータシンボルから遠い（時間的に遠い）パイロットブロックのチャネル変動とは大きく異なるからである。例えば、フェージング周波数が小さい場合の重み付け係数の比率を、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.2 : 1.0 : 0.6$ とし、フェージング周波数が大きい場合の重み付け係数の比率を、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.05 : 1.0 : 0.5$ とする（ n 番目のスロットのパイロットブロック、 $n+1$ 番目のスロットのパイロットブロック、 $n-1$ 番目のスロットのパイロットブロックの順にチャネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近いものとして考えている）。

【0138】

本実施形態においては、重み付け平均化に用いる重み付け係数をフェージング周波数に応じて変化させているが、固定の重み付け係数を用いることもできる。

【0139】

このようにして得られたチャネル推定値（加算部140の出力）を用いて、遅延部104でタイミングを図った逆拡散後のデータシンボルのチャネル変動（フ

エージング変動)を補償する。具体的には、逆拡散後のデータシンボルにチャンネル推定値の複素共役を乗ずることによりチャンネル変動を補償する。そして、補償後の信号をRAKE合成手段110で同相合成する。

【0140】

本実施形態においては、データチャンネルの伝送レートと制御チャンネルの伝送レートとが同じ場合について説明したが、両伝送レートは異なってもよい。

【0141】

図15は、データチャンネルの伝送レートと制御チャンネルの伝送レートとが異なる場合の例を示す図である。図15の例では、制御チャンネルの伝送レートがデータチャンネルの伝送レートの $1/2$ になっている。このように伝送レートが異なる場合でも、パイロットシンボルを用いてチャンネル推定値を計算することは可能である。

【0142】

(第2実施形態)

図16は、本発明の第2実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。本実施形態に係る復調装置は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネル(時間多重方式)の信号を受信し、復調する。このパイロットシンボル部分での受信信号(位相、振幅)を参照信号として、データシンボルのチャンネル変動を推定する。パイロットシンボルはデータシンボルの間に一定周期で挿入されている。本実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定方法は、本発明の第1実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定方法と同様である。

【0143】

図17は、本実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る復調装置は、マッチトフィルタ202、遅延部204、チャンネル推定部220、乗算部208、およびRAKE(レイク)合成部210を備える。本実施形態に係る復調装置も、CDMA方式に準拠しているが、本発明を他の方式(例えば、TDMA方式、FDMA方式)に準拠した復調装置に適用することも可能である。本実施形態に係る復調装置は、情報レートより高速の拡散符号で

広帯域の信号に拡散して多元接続伝送を行う。

【0144】

本実施形態に係るチャネル推定部220の構成例は、図4に示した本発明の第1実施形態に係るチャネル推定部120の構成例と同様である。スロット同期検出部122では、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されたチャネルにおけるパイロットシンボル位置の検出を行う。本実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例も、図5に示した本発明の第1実施形態に係るフェージング周波数判定部150の構成例と同様である（図13のように構成することも可能である）。

【0145】

本実施形態に係る復調装置の動作も、基本的には本発明の第1実施形態に係る復調装置の動作と同様である。

【0146】

図18は、1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図18の例では、データシンボル区間（1）および（2）については $n-1$ 番目のパイロットブロックから $n+1$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算し、データシンボル区間（3）および（4）については n 番目のパイロットブロックから $n+2$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算している。データシンボル区間（1）および（2）についてのチャネル推定値の計算は、それぞれ同じ重み付け係数を用いて行うこともできるし、異なる重み付け係数を用いて行うこともできる。データシンボル区間（3）および（4）についても同様である。

【0147】

また、図18の例では、 $n-1$ 番目のスロットの最後のデータシンボル区間（1）のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および n 番目のスロットの最初のデータシンボル区間（2）のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【 0 1 4 8 】

図 1 9 ～ 図 2 1 も、1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図 1 9 ～ 図 2 1 の例では、制御チャネルのスロットの前 2 シンボルおよび後 2 シンボルがパイロットシンボルになっている。また、チャネル推定においては、一定シンボル数のパイロットシンボルに対する平均値をシンボル位置を逐次移動させながら計算する。図 1 9 ～ 図 2 1 の例では、パイロットブロックごとのパイロットシンボルの平均値は求めずに、パイロットシンボルを直接重み付け平均化している。

【 0 1 4 9 】

図 1 9 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 3 つの区間に分割している。図 2 0 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 5 つの区間に分割している。図 2 1 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 8 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 3 つの区間に分割している。

【 0 1 5 0 】

図 1 9 ～ 図 2 1 の例では、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および $i + 1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【 0 1 5 1 】

本実施形態においても、重み付け平均化に用いる重み付け係数は、フェージング周波数に応じて変化させている。ただし、固定の重み付け係数を用いることもできる。

【 0 1 5 2 】

チャネル推定部 2 2 0 により得られたチャネル推定値を用いて、遅延部 2 0 4

でタイミングを図った逆拡散後のデータシンボルのチャネル変動（フェージング変動）を補償する。具体的には、逆拡散後のデータシンボルにチャネル推定値の複素共役を乗ずることによりチャネル変動を補償する。そして、補償後の信号を RAKE 合成手段 210 で同相合成する。

【0153】

本実施形態においては、チャネル内のデータシンボルとパイロットシンボルとで伝送レートは同じであるが、チャネル内でデータシンボルの伝送レートとパイロットシンボルの伝送レートとを異なるものとすることも可能である。

【0154】

（第3実施形態）

以上のような考え方は、並列方式にも応用することができる。

【0155】

図22は、本発明の第3実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャネルおよびデータチャネルに並列多重されたパイロットチャネルの信号（並列方式）を受信し、復調する。このパイロットチャネルのパイロットシンボルの受信信号（位相，振幅）を参照信号として、データチャネルのデータシンボルのチャネル変動を推定する。並列方式においては、並列時間多重方式や時間多重方式のようにスロットの一部を用いてパイロットシンボルを送受信するわけではなく、パイロットシンボルを連続的に送受信するため、スロットという概念はあまり重要ではない。そのため、図22においてはスロットを特に示していない。

【0156】

本実施形態に係る復調装置によるチャネル推定方法は、本発明の第1実施形態および第2実施形態に係る復調装置によるチャネル推定方法と基本的には同様であるが、具体的な例については以下で説明する。

【0157】

図23は、本実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャネル用マッチトフィルタ302、遅延部304、パイロットチャネル用マッチトフィルタ306、チャネル推定部320、

乗算部 308、および RAKE（レイク）合成部 310 を備える。本実施形態に係る復調装置も、CDMA 方式に準拠しているが、本発明を他の方式（例えば、TDMA 方式、FDMA 方式）に準拠した復調装置に適用することも可能である。

【0158】

図 24 は、本実施形態に係るチャネル推定部の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係るチャネル推定部 320 は、パイロットシンボル平均化部 324、遅延部 326、328、330 等、乗算部 332、334、336 等、重み付け係数制御部 338、加算部 340、およびフェージング周波数判定部 350 を備える。本実施形態に係るフェージング周波数判定部（フェージング周波数判定部 350）の構成例は、図 5 に示した本発明の第 1 実施形態に係るフェージング周波数判定部 150 の構成例と同様である（図 13 のように構成することも可能である）。

【0159】

本実施形態に係る復調装置の動作も、基本的には本発明の第 1 実施形態および第 2 実施形態に係る復調装置の動作と同様である。

【0160】

図 25 は、データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図 25 の例では、データシンボルを 3 シンボルずつの区間に分割し、時間的に対応するパイロットシンボル区間（3 シンボル構成）、およびその前後のパイロットシンボル区間を用いてチャネル推定値を計算している。より具体的には、時間的に対応するパイロットシンボル区間内の 3 つのシンボルの平均から求められるチャネル推定値 $\hat{\epsilon}'(0)$ 、ならびにその前後のパイロットシンボル区間における平均から求められるチャネル推定値 $\hat{\epsilon}'(-1)$ および $\hat{\epsilon}'(1)$ を、それぞれ α_0 、 α_{-1} および α_1 で重み付け平均化してチャネル推定値 $\hat{\epsilon}'$ を計算している。

【0161】

図 26 および図 27 も、データチャネルのデータシンボルを複数のデータシン

ボル区間（1 シンボルずつの区間）に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。チャンネル推定においては、一定シンボル数のパイロットシンボルに対する平均値をシンボル位置を逐次移動させながら計算する。図 2 6 および図 2 7 の例では、図 2 5 の例のようにパイロットシンボルの平均値を求めた上で重み付け平均化するのではなく、パイロットシンボルを直接重み付け平均化している。

【 0 1 6 2 】

図 2 6 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、データシンボル 1 つごとに重み付け平均化に用いるパイロットシンボルを変えている。図 2 7 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、データシンボル 2 つごとに重み付け平均化に用いるパイロットシンボルを変えている。

【 0 1 6 3 】

本実施形態においても、重み付け平均化に用いる重み付け係数は、フェージング周波数に応じて変化させている。ただし、固定の重み付け係数を用いることもできる。

【 0 1 6 4 】

図 2 8 は、フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。本実施形態におけるフェージング周波数判定方法は、第 1 実施形態および第 2 実施形態におけるフェージング周波数判定方法と基本的に同様である。第 1 実施形態および第 2 実施形態では、2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を用いたが、本実施形態では、パイロットチャンネルの 2 つの区間の各々におけるパイロットシンボルの平均値を用いている。2 つの区間は不連続であっても、連続であってもよい（図 2 8 では不連続である）。また、1 つの区間に含まれるパイロットシンボルは 1 つであってもよいし、2 つ以上であってもよい。

【 0 1 6 5 】

本実施形態においても、第 1 実施形態および第 2 実施形態と同様に、算出した内積値がある一定の値よりも大きい場合に、内積値の算出に用いるパイロットシンボルが含まれる区間の間隔（内積測定間隔）を大きく（遠く）して、内積値を

算出することができる。また、内積測定間隔を変えて内積値を2つ以上計算し、それらの内積値を用いてフェージング周波数を判定することができる。

【0166】

チャネル推定部320により得られたチャネル推定値を用いて、遅延部304でタイミングを図った逆拡散後のデータシンボルのチャネル変動（フェージング変動）を補償する。具体的には、逆拡散後のデータシンボルにチャネル推定値の複素共役を乗ずることによりチャネル変動を補償する。そして、補償後の信号をRAKE合成手段310で同相合成する。

【0167】

本実施形態においても、第1実施形態と同様に、データチャネルの伝送レートとパイロットチャネルの伝送レートとが異なるものとすることができる。

【0168】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことができる。

【0169】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことができる。

【0170】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することができる。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャネル推定を実現することができる。

【0171】

高精度なチャネル推定が実現できれば、絶対同期検波により、所要の受信品質（受信誤り率）を得るために必要なSNIRを低減でき、その結果として送信電

力を低減することができるため、システムの加入者容量を増大することができる。

【0172】

フェージング周波数判定部で得られた判定結果は、チャネル推定における重み係数の設定のみならず、送信電力制御の作動・非作動の切り替え、送信ダイバーシチの作動・非作動の切り替え等、移動端末（携帯端末）の移動速度によってその性能（伝送特性）が影響を受ける各種個別技術の動作切り替えあるいはパラメータ設定に用いることで、さらなる伝送特性の向上が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。

【図2】

本発明の第1実施形態に係る復調装置によるチャネル推定の方法を説明するための図である。

【図3】

本発明の第1実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図4】

本発明の第1実施形態に係るチャネル推定部の構成例を示すブロック図である。

【図5】

本発明の第1実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例を示すブロック図である。

【図6】

チャネル推定値の計算例を示す図である。

【図7】

1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図8】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 9】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 1 0】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 1 1】

フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。

【図 1 2】

フェージング周波数をパラメータとして測定時間に対する測定値を、計算機シミュレーションで求めた結果を示す図である。

【図 1 3】

本発明の第 1 実施形態に係るフェージング周波数判定部の別の構成例を示すブロック図である。

【図 1 4】

フェージング周波数の判定例を説明するための図である。

【図 1 5】

データチャネルの伝送レートと制御チャネルの伝送レートとが異なる場合の例を示す図である。

【図 1 6】

本発明の第 2 実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。

【図 1 7】

本発明の第 2 実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図 1 8】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 1 9】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 0】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 1】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 2】

本発明の第 3 実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。

【図 2 3】

本発明の第 3 実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2 4】

本発明の第 3 実施形態に係るチャネル推定部の構成例を示すブロック図である。

【図 2 5】

データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 6】

データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 7】

データチャネルのデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 2 8】

フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。

【符号の説明】

102、302 データチャネル用マッチトフィルタ

104、126、128、130、163-1、163-2、204、304

、326、328、330 遅延部

106 制御チャネル用マッチトフィルタ

108、132、134、136、208、308、332、334、336

乗算部

110、210、310 RAKE合成部

120、220、320 チャネル推定部

122 スロット同期検出部

124、324 パイロットシンボル平均化部

138、338 重み付け係数制御部

140、340 加算部

150、350 フェージング周波数判定部

152、162 正規化部

154、164-1、164-2 内積値計算部

156、166-1、166-2 第1平均化部

158、168-1、168-2 第2平均化部

160 閾値判定部

169 差分計算部

170 判定部

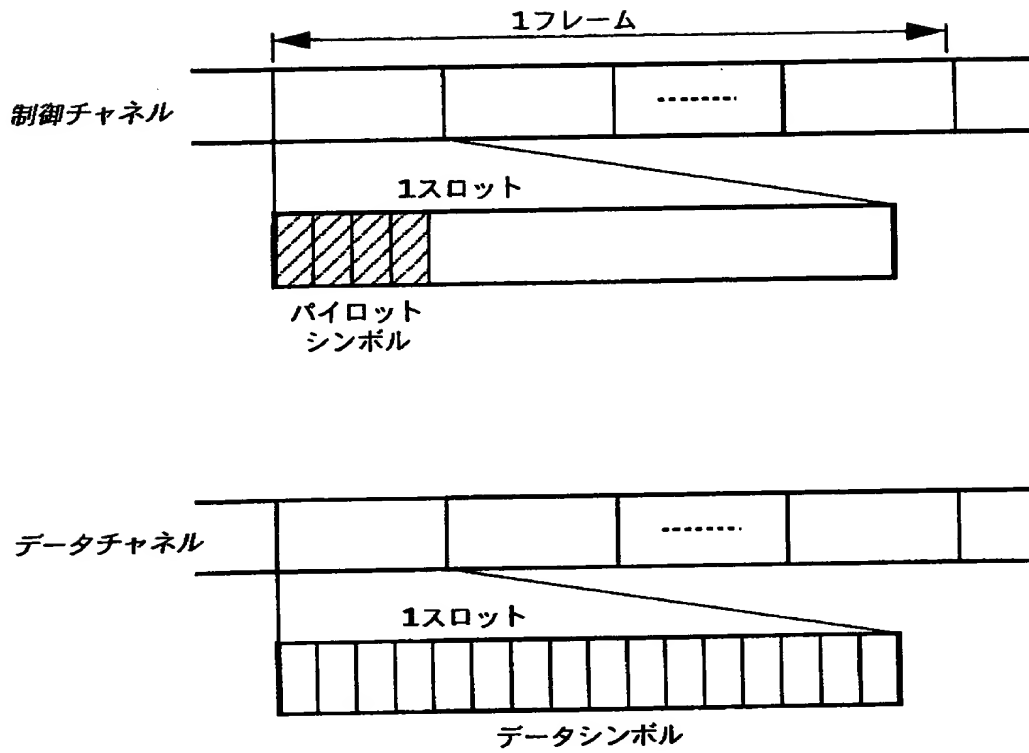
202 マッチトフィルタ

306 パイロットチャネル用マッチトフィルタ

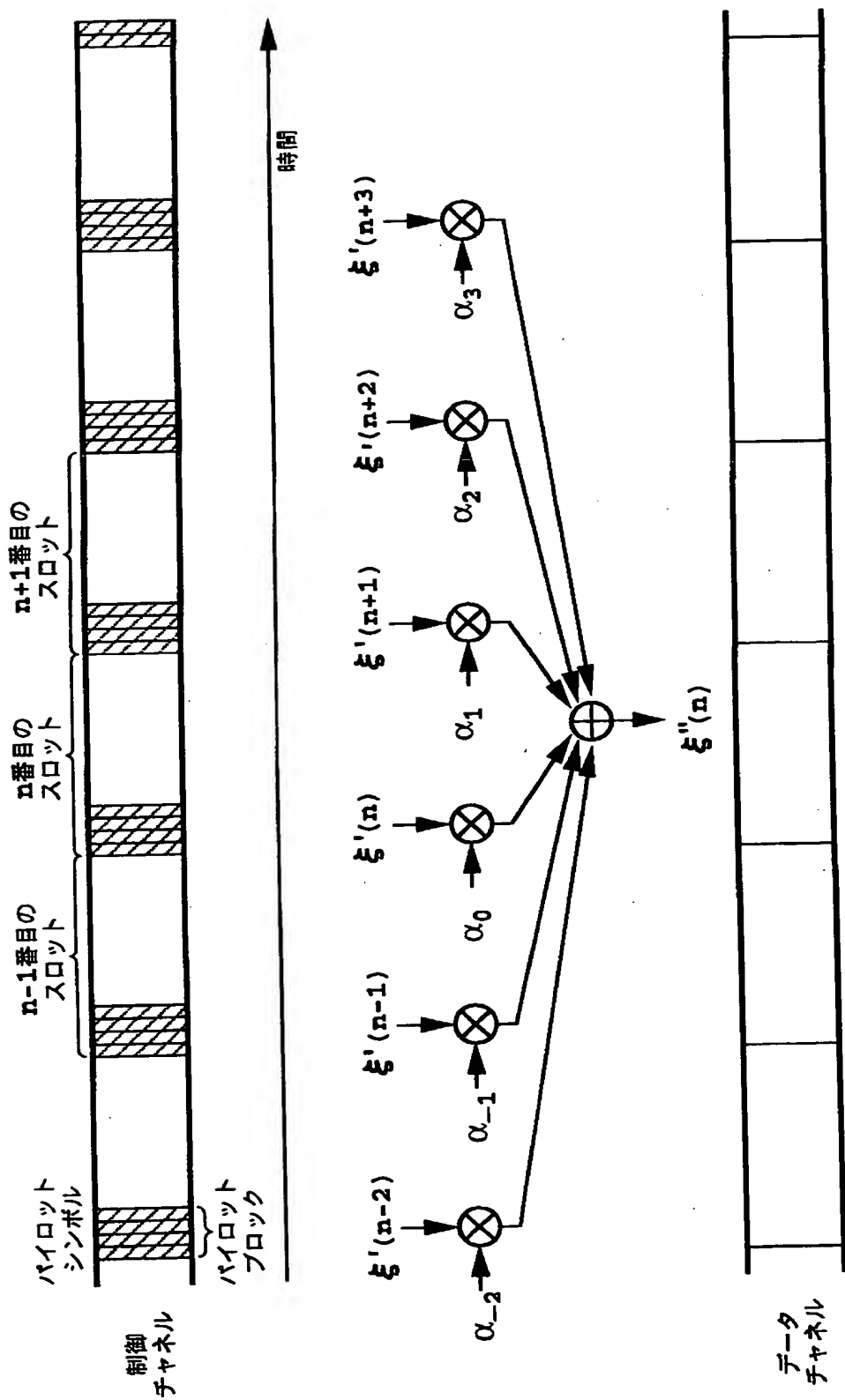
【書類名】

図面

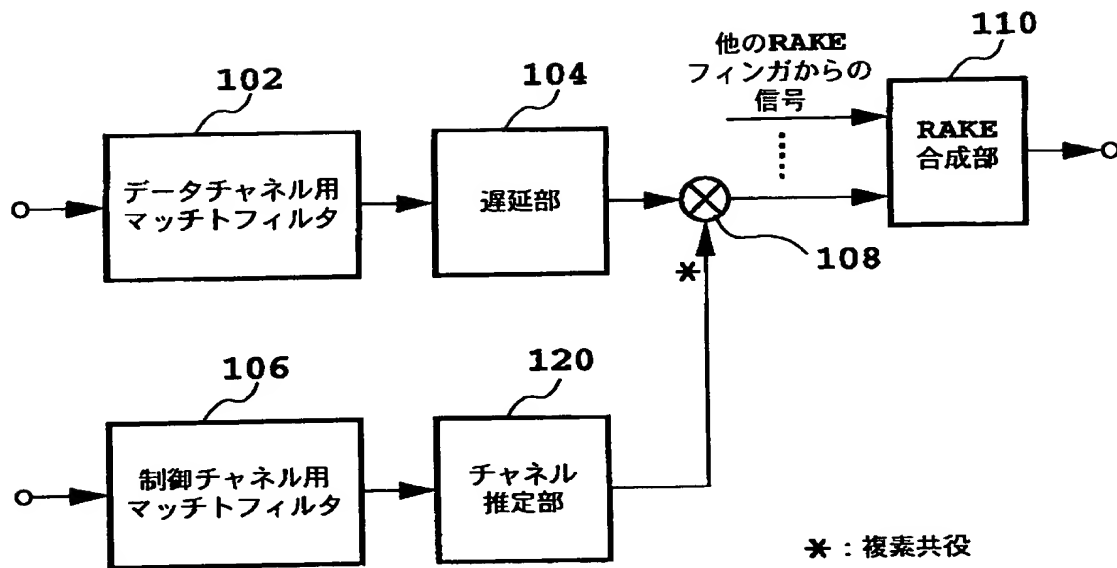
【図 1】



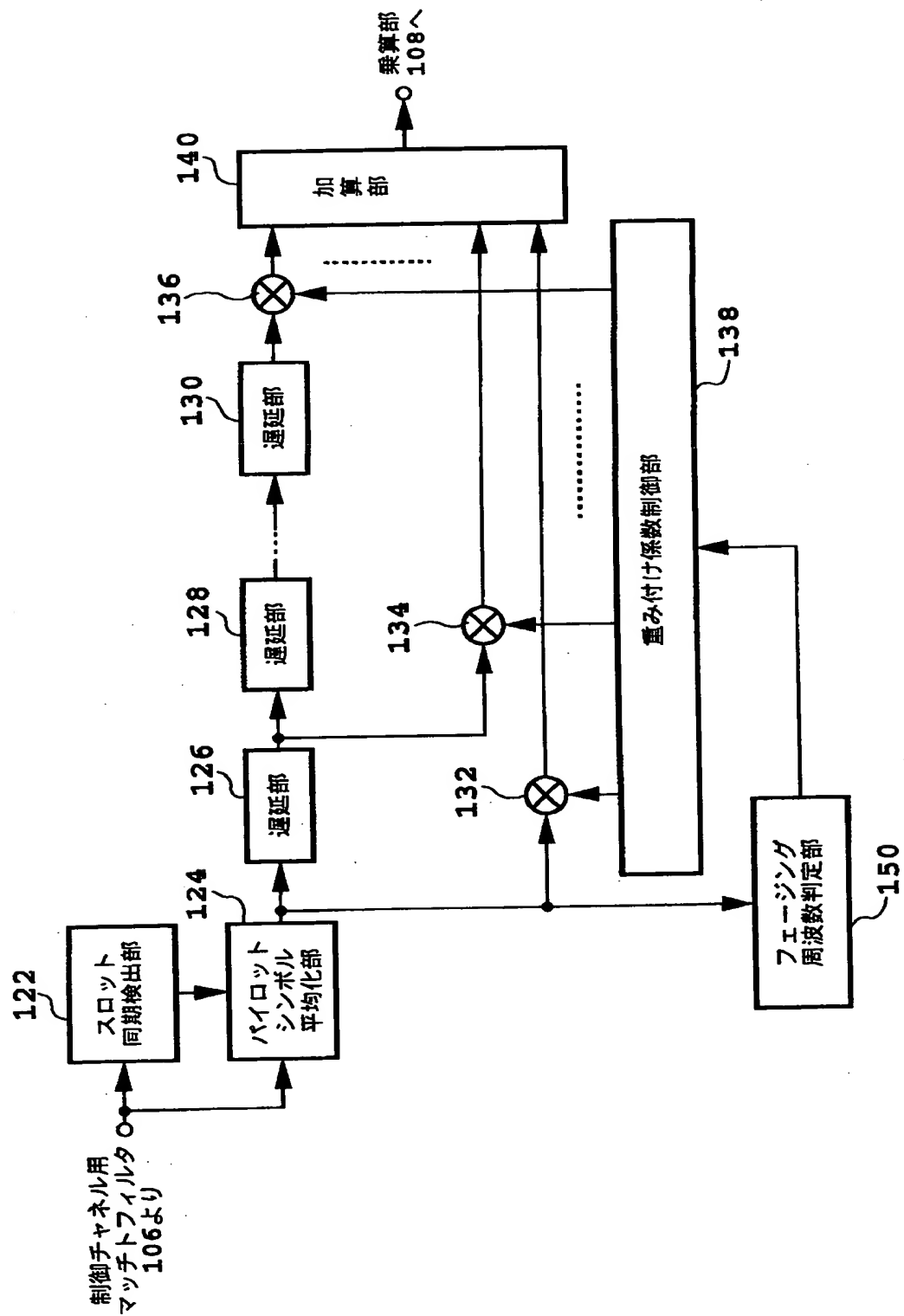
【図2】



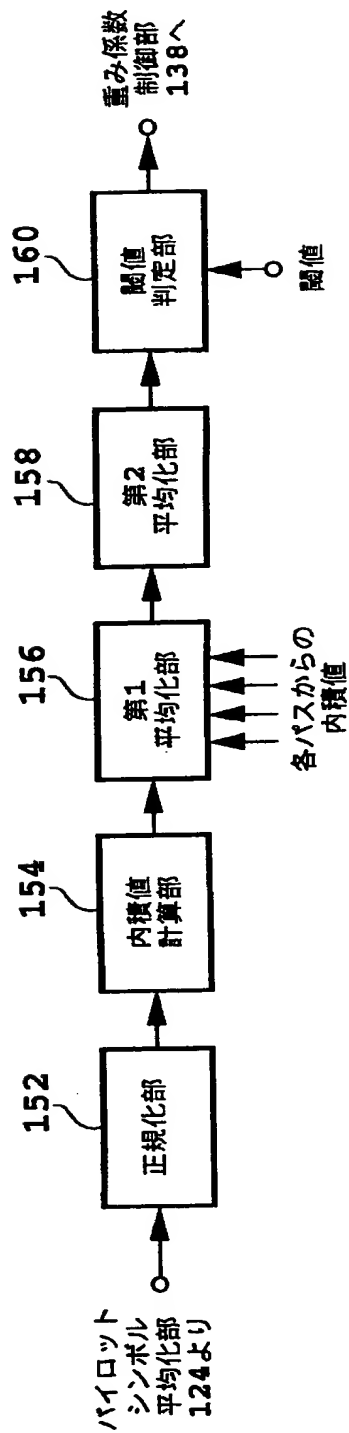
【図 3】



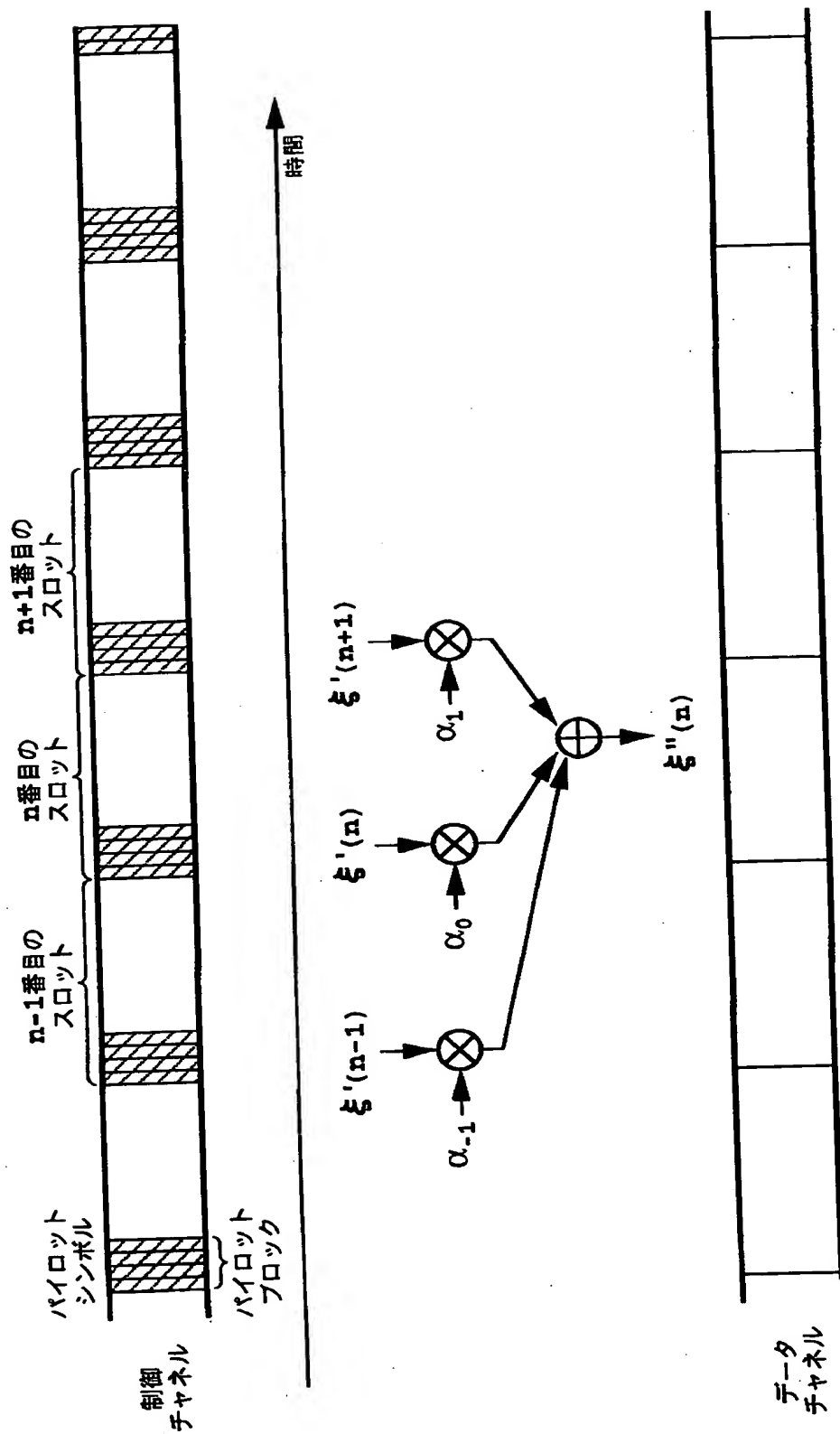
【図 4】



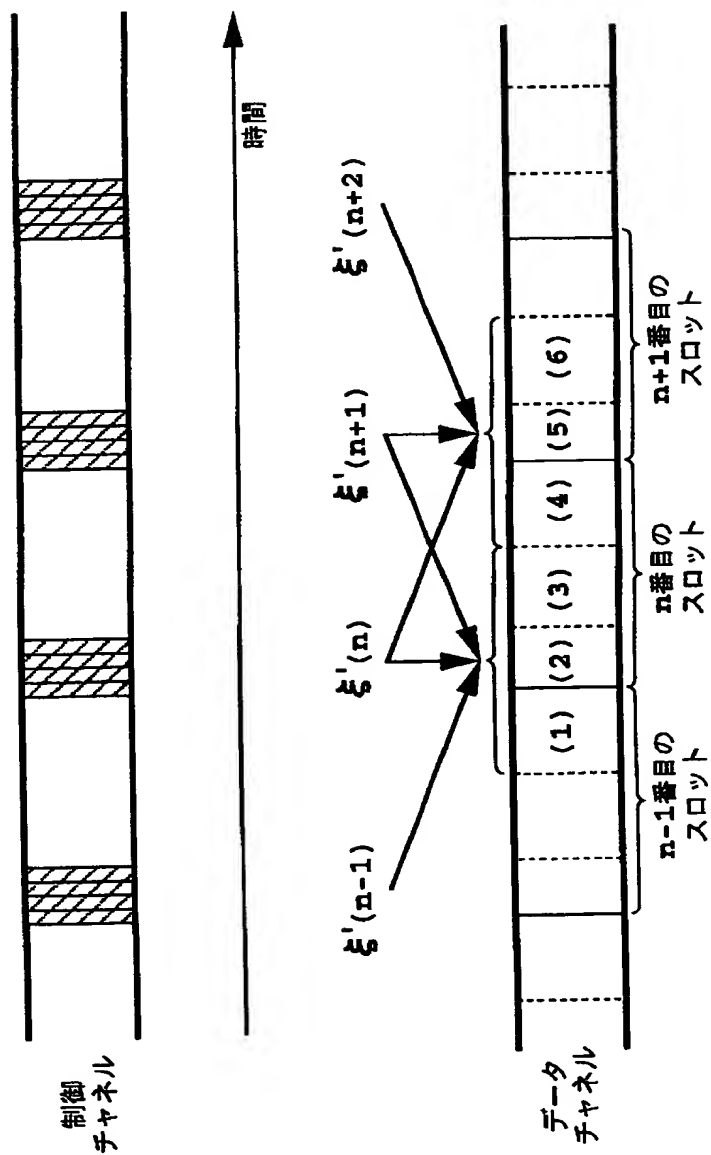
【図 5】



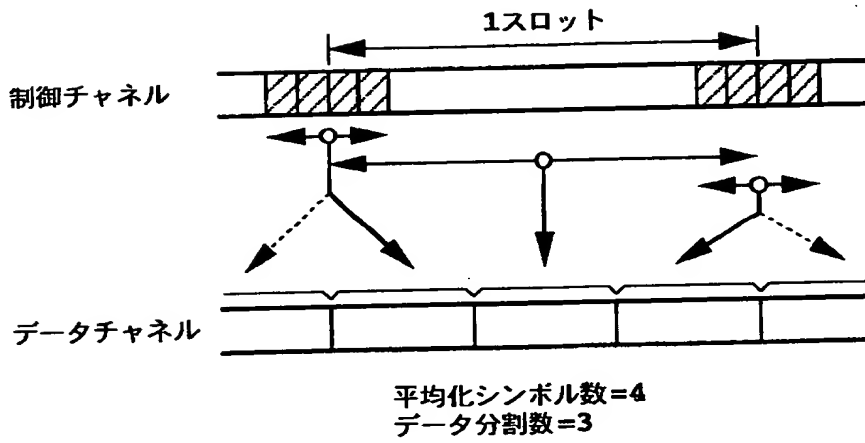
【図 6】



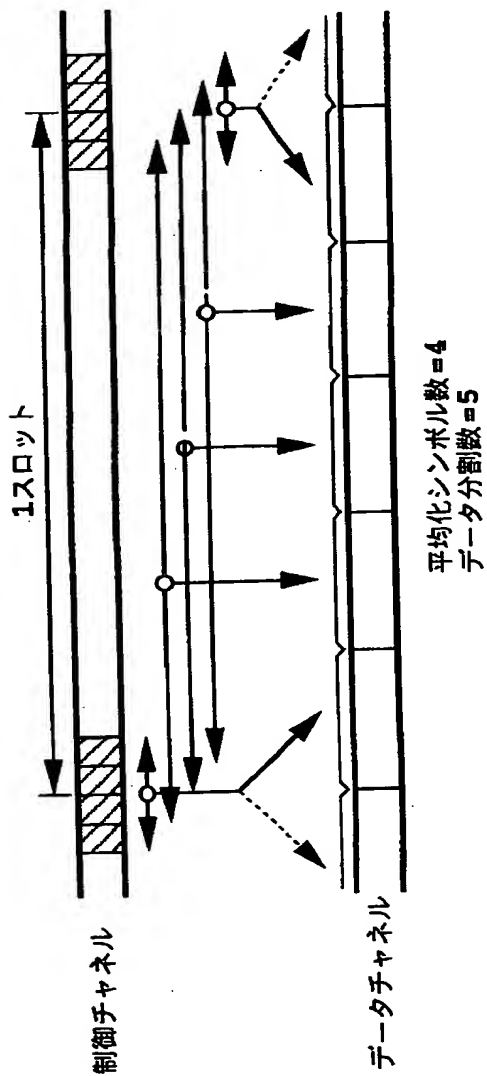
【図 7】



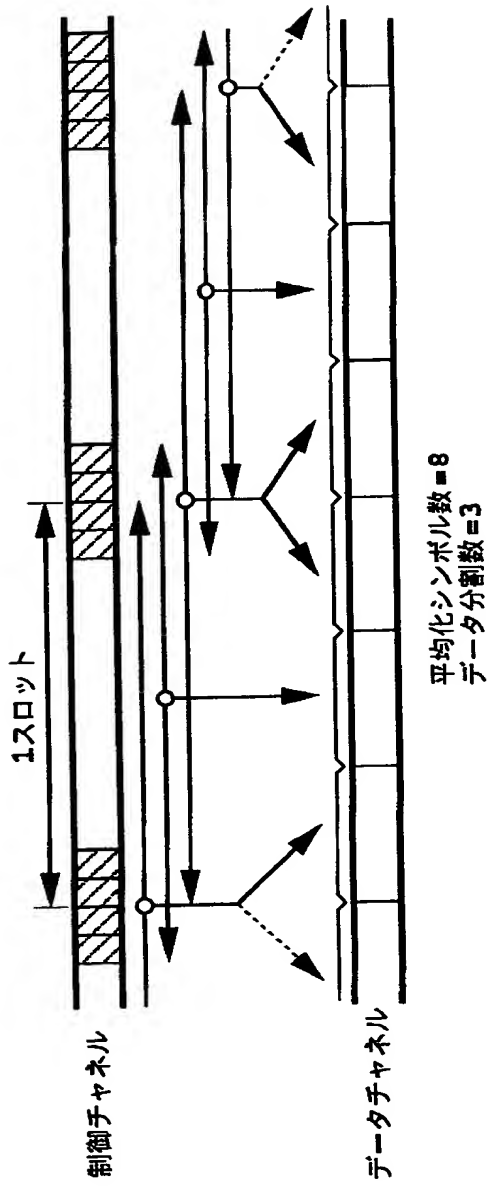
【図8】



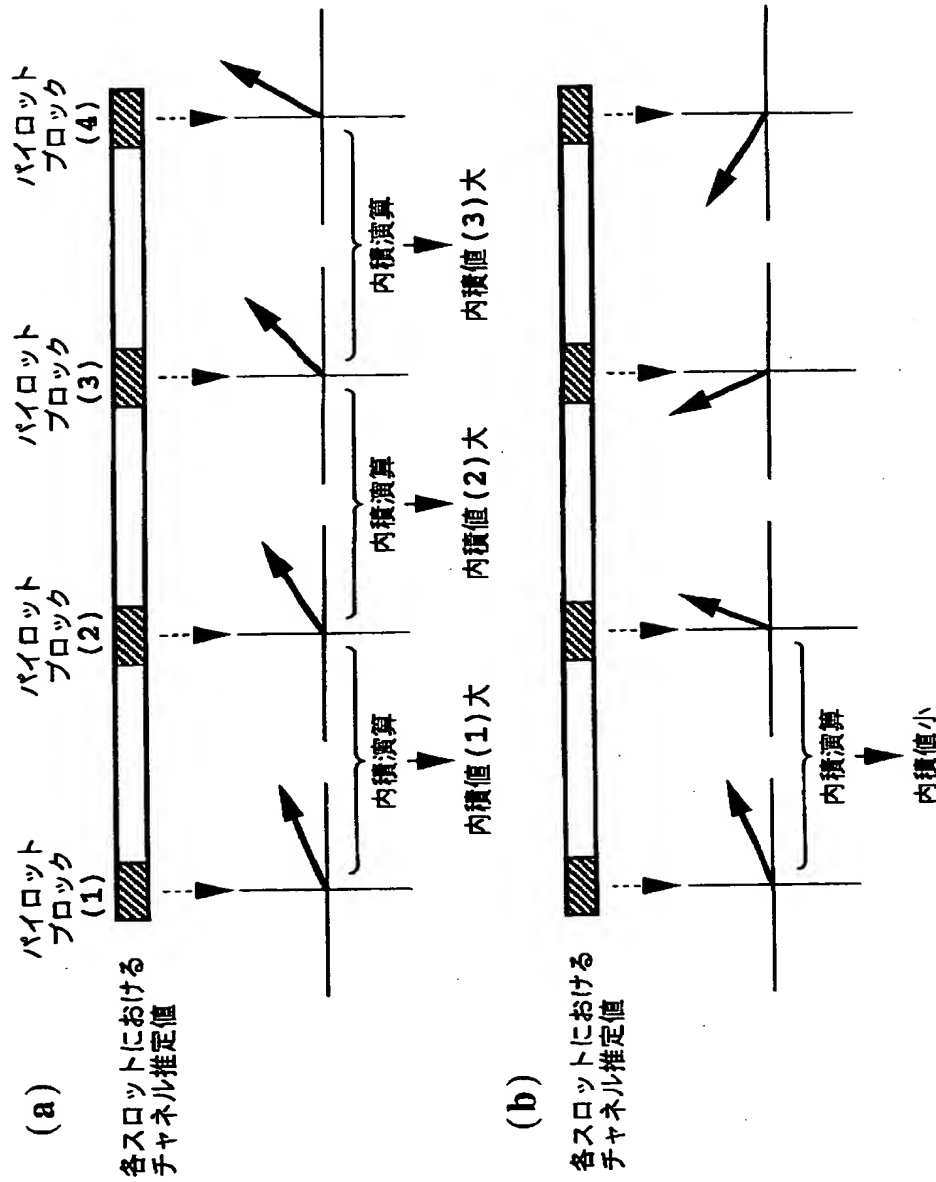
【図9】



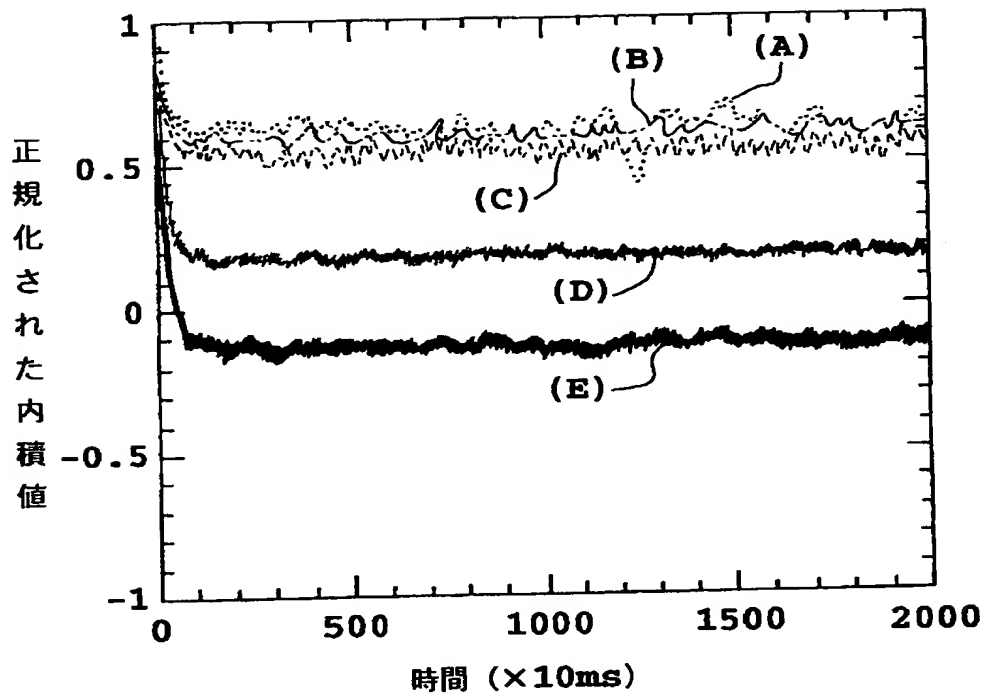
【図10】



【図11】

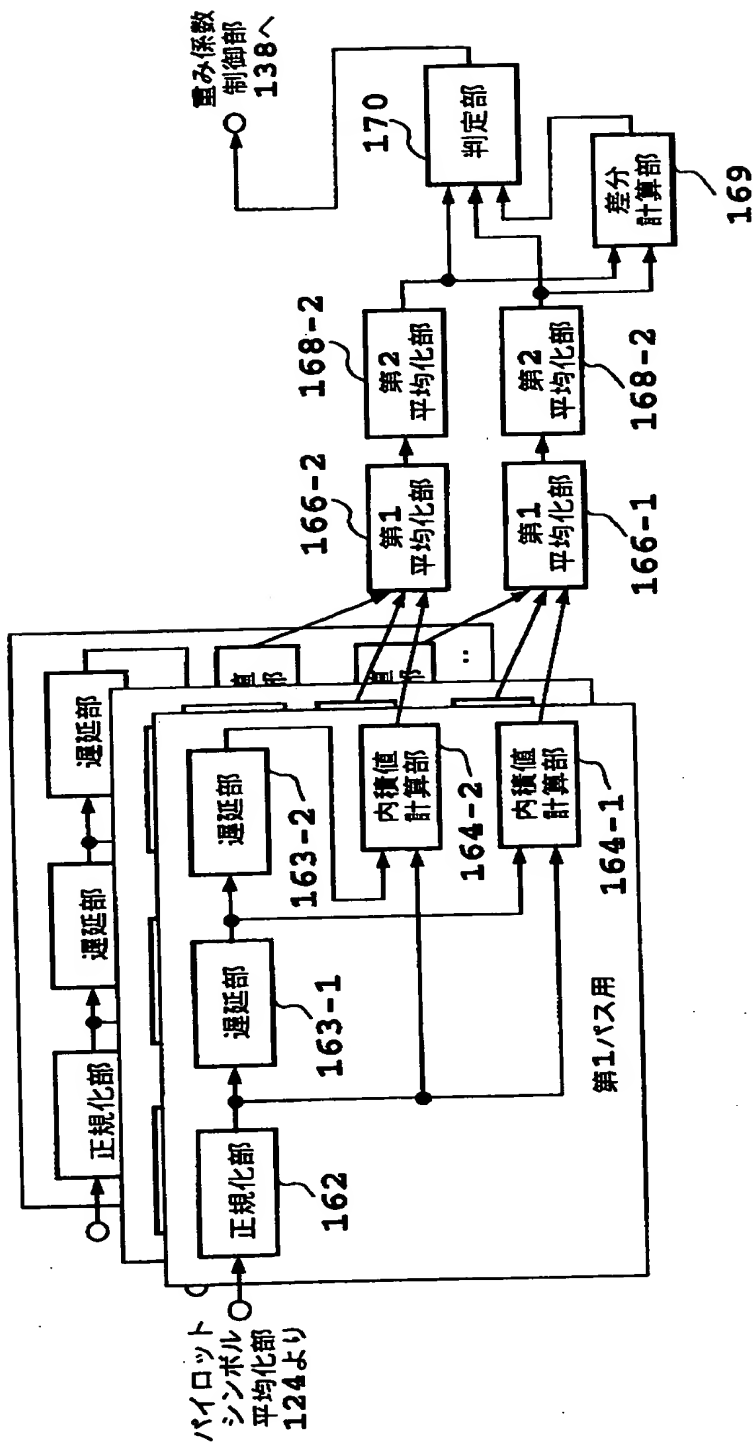


【図12】

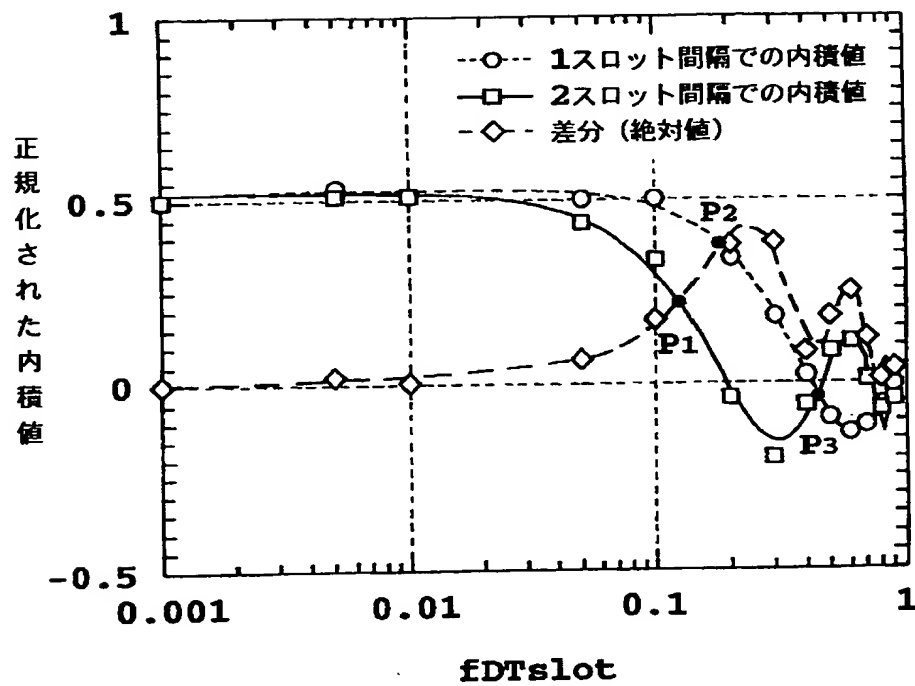


- (A) fD Tslot=0.001
- (B) ----- fD Tslot=0.01
- (C) - · - · - fD Tslot=0.1
- (D) ——— fD Tslot=0.3
- (E) ——— fD Tslot=0.5

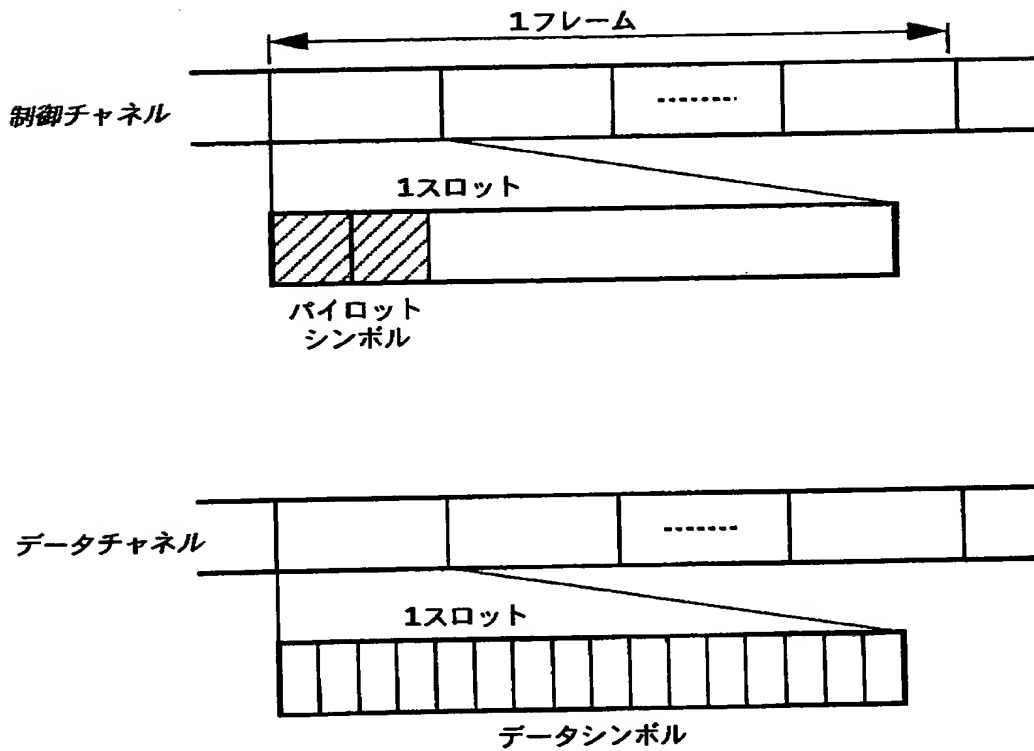
【図13】



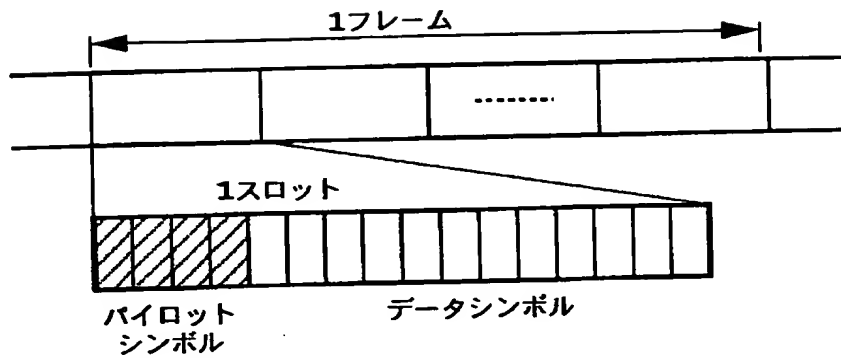
【図14】



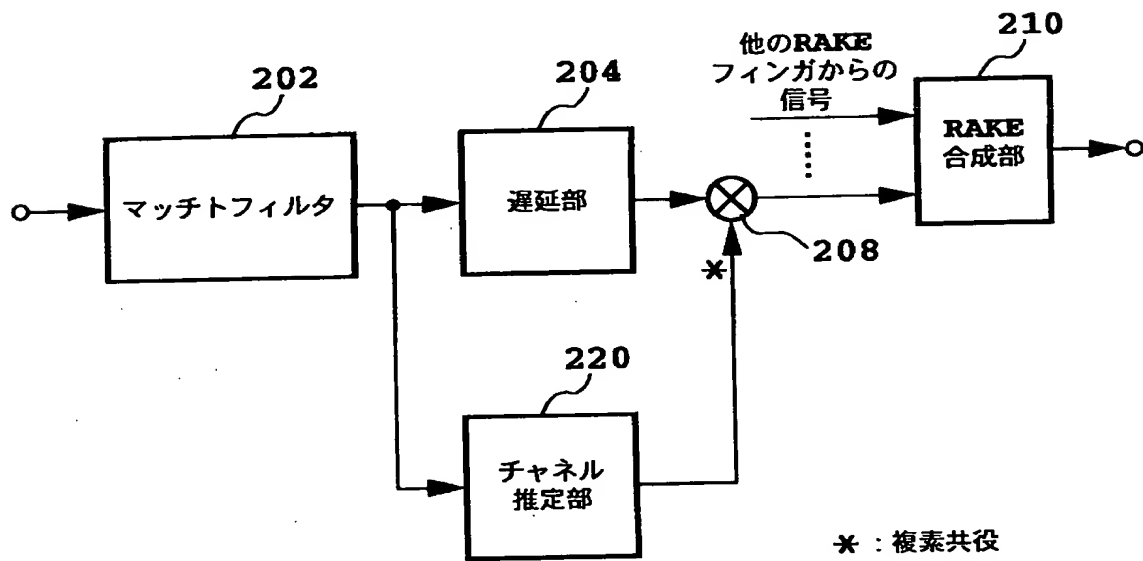
【図15】



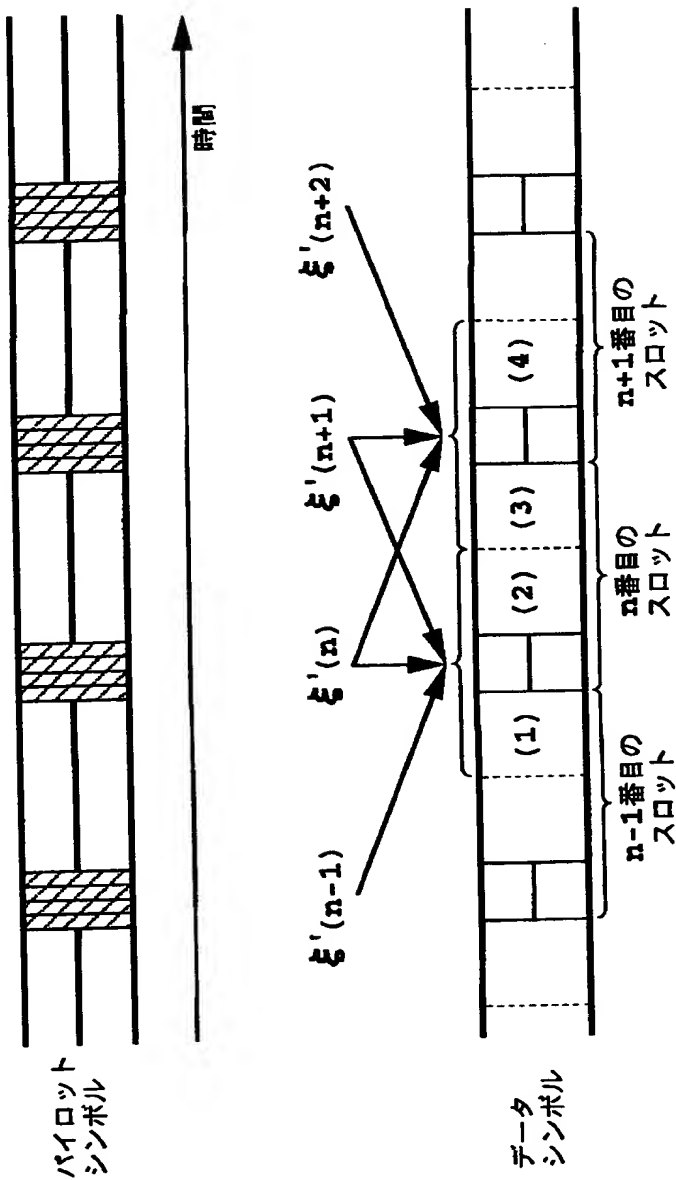
【図16】



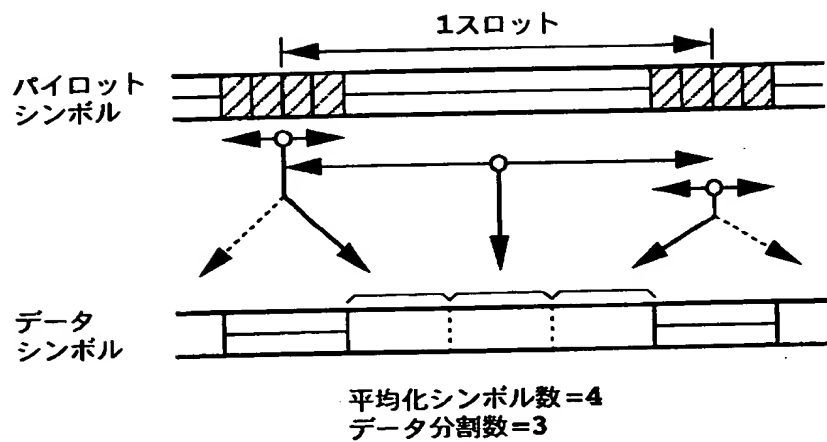
【図17】



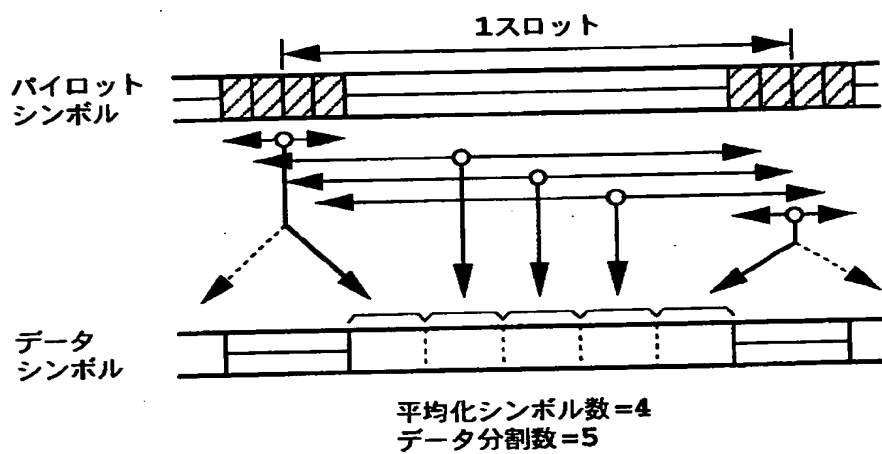
【図18】



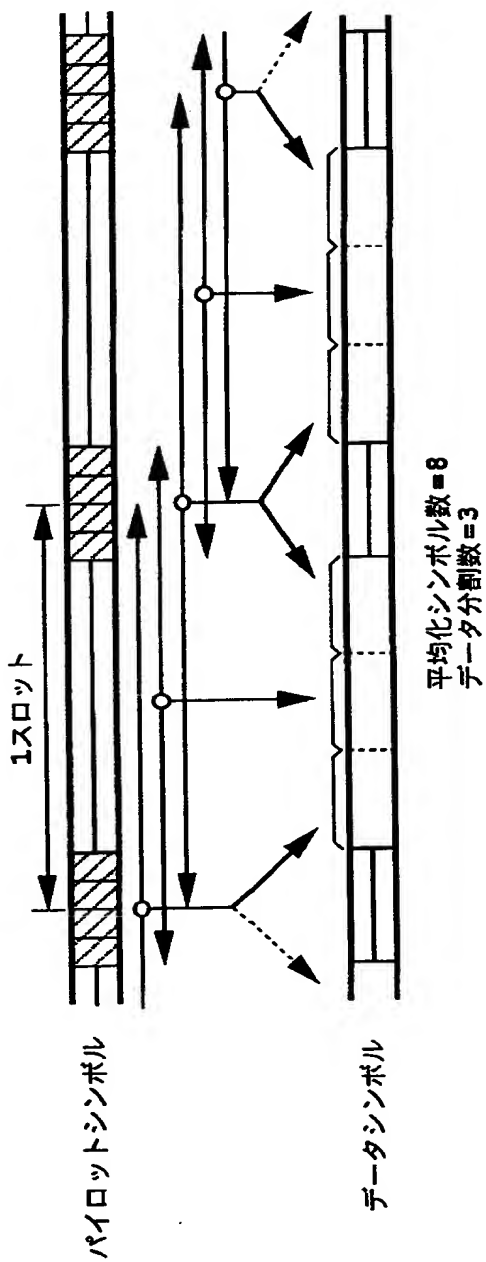
【図19】



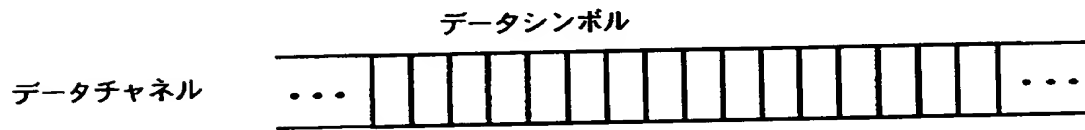
【図20】



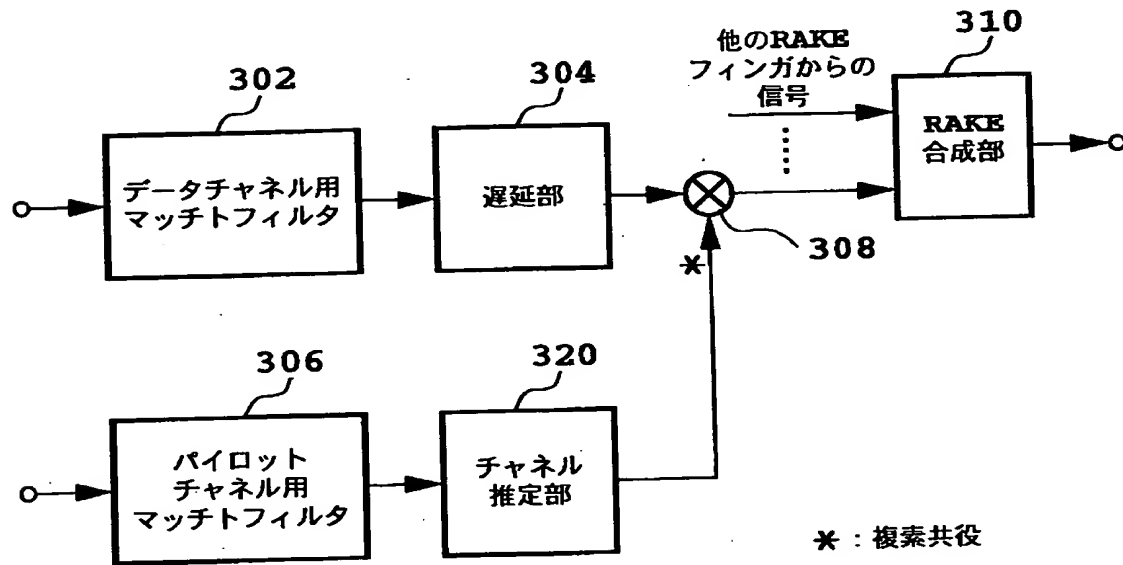
【図 21】



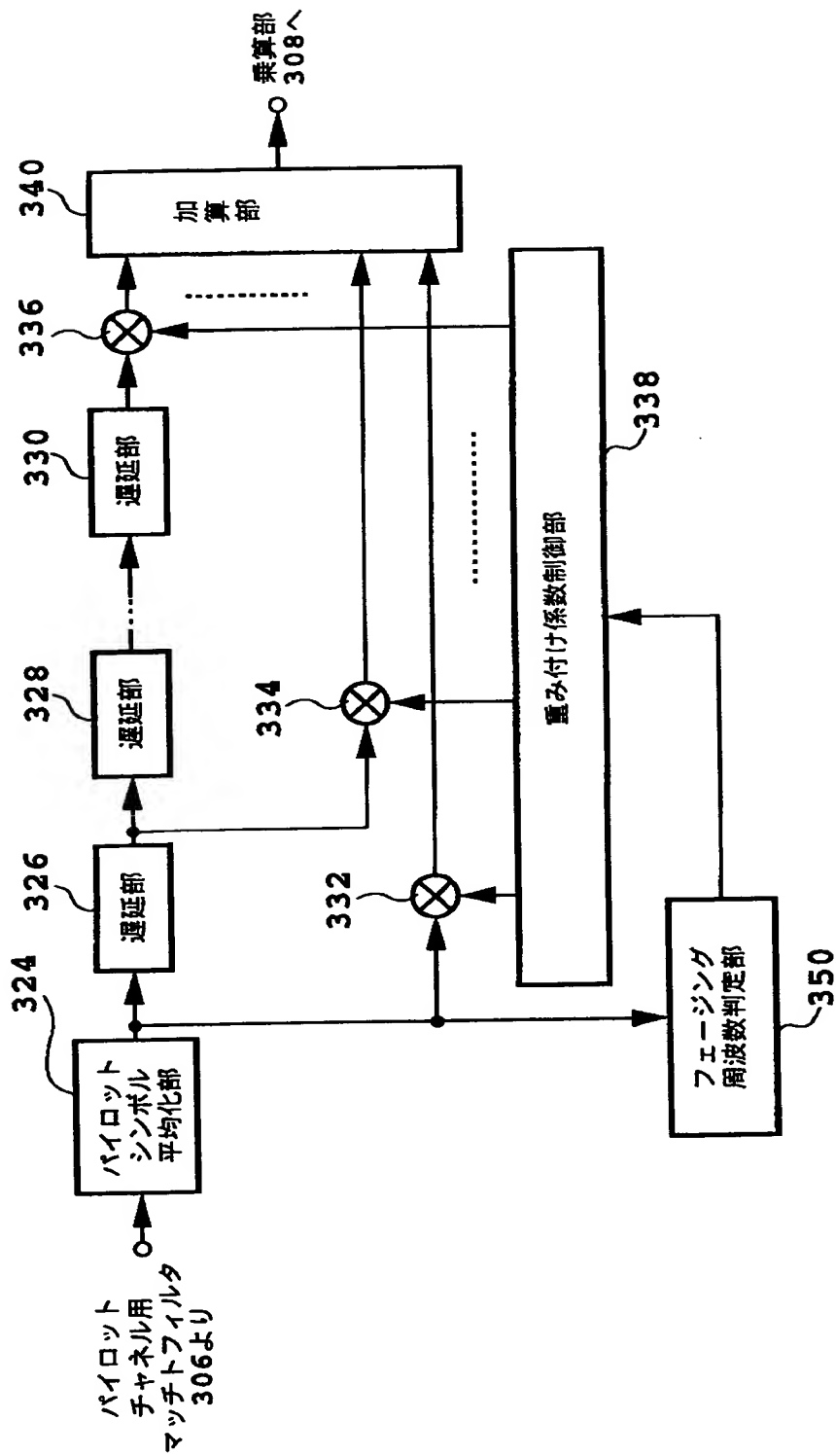
【図 2 2】



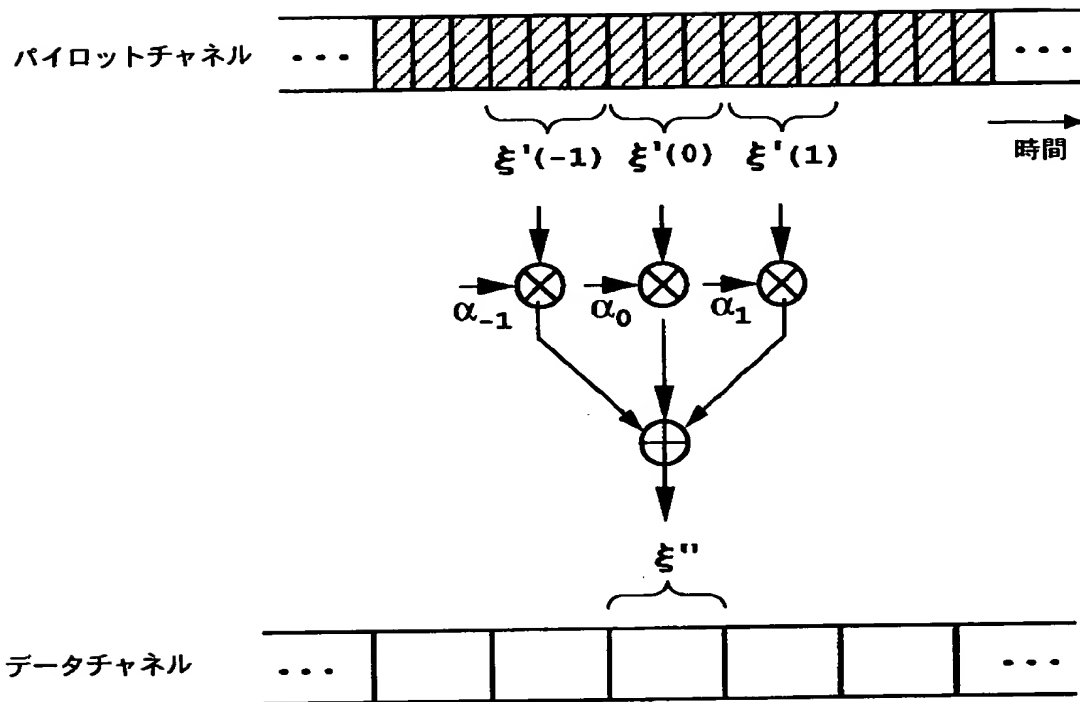
【図 2 3】



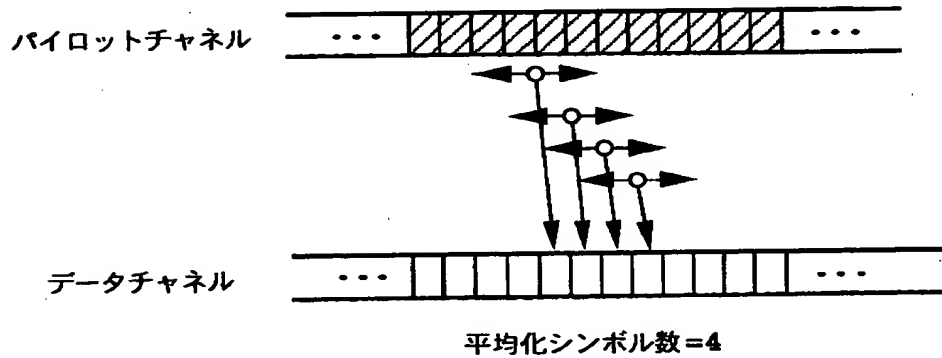
【図24】



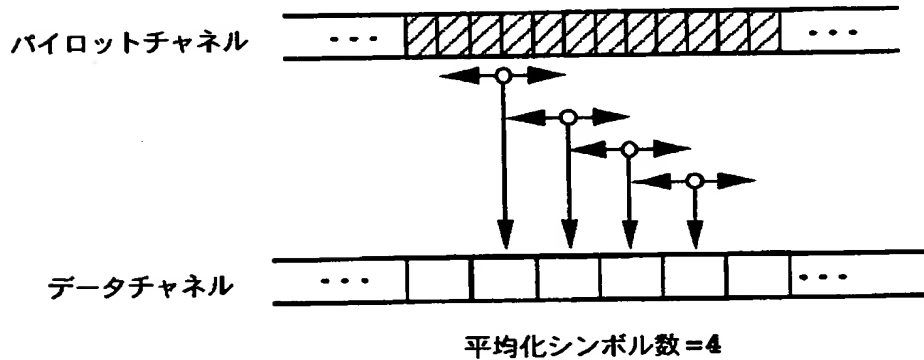
【図 2 5】



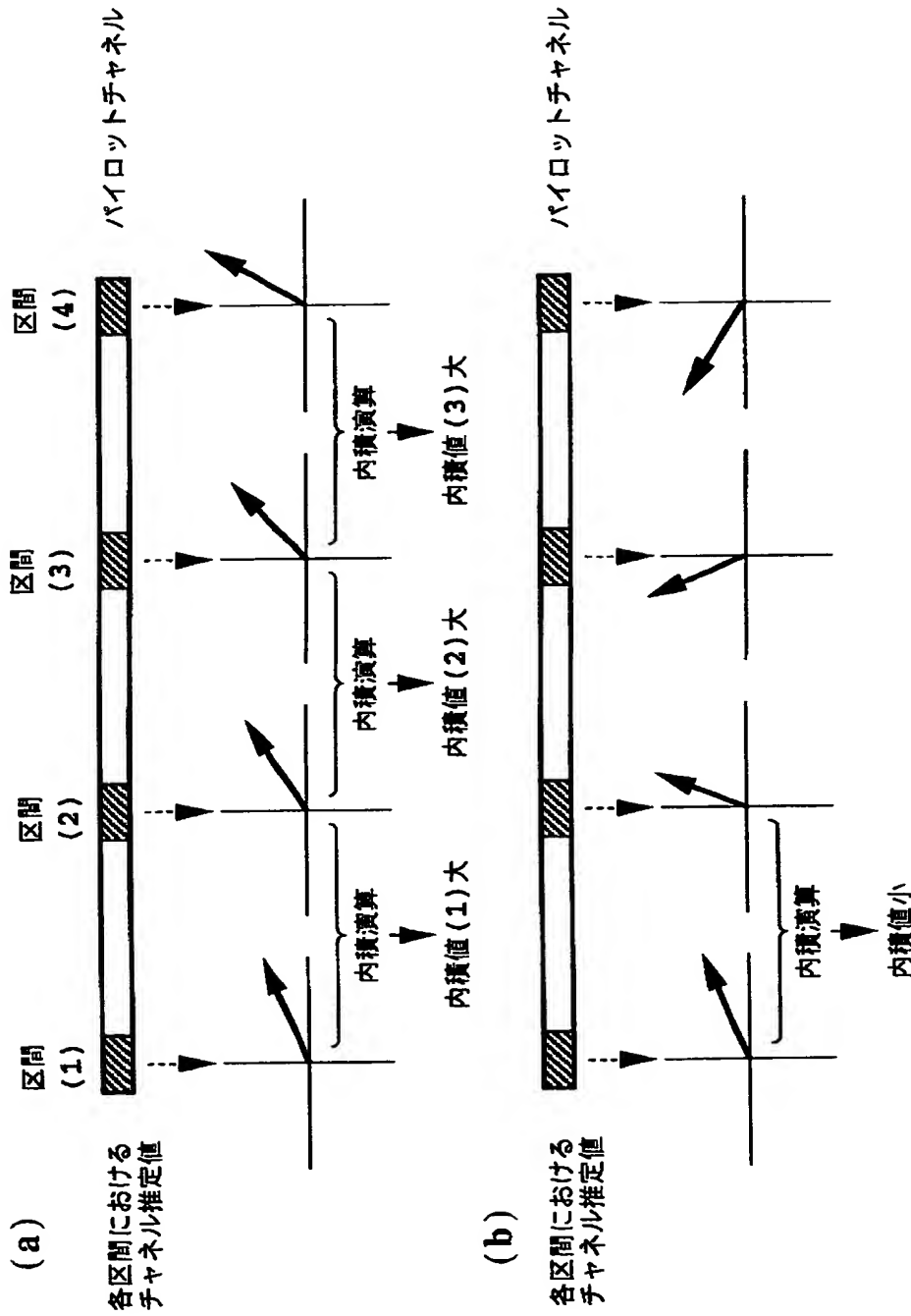
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パイロットシンボルを用いて高精度なチャネル推定を行う。

【解決手段】 並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算する。スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算する。パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定する。判定したフェージング周波数に応じて重み付け係数を変化させる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[392026693]

1. 変更年月日

1992年 8月21日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

氏 名

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社